



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 09 769 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 02 K 29/06
H 02 K 29/10
H 02 K 29/12
A 63 H 19/10

21 Aktenzeichen: 198 09 769.7
22 Anmeldetag: 6. 3. 98
43 Offenlegungstag: 9. 9. 99

71 Anmelder:
Doehler & Haass, 80539 München, DE

74 Vertreter:
R.A. Kuhnen & P.A. Wacker
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 85354 Freising

72 Erfinder:
Haass, Adolf, 81249 München, DE

55 Entgegenhaltungen:
DE 43 28 042 C2
DE 35 43 047 A1
DE 26 05 759 A1
US 51 79 307
US 48 18 922
EP 05 58 261 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kommutatorloser, drehzahlsteuerbarer Synchronmotor

57 Bei kommutatorlosen, drehzahlsteuerbaren Synchronmotoren wird das Verlorenggehen des Synchronismus zwischen dem magnetischen Drehfeld des Stators und dem Rotor bei kurzzeitigen Änderungen des Belastungsmomentes mittels einer Rotorstellungs-Fühleranordnung, welche auf die Steuerung der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes des Rotors Einfluß nimmt, in der Weise vermieden, daß die Strombeaufschlagung der Statorwicklungsspulen nur dann weitergeschaltet wird, wenn die Rotorstellungs-Fühleranordnung gemeldet hat, daß der Rotor einer entsprechenden Weiterdrehung des magnetischen Drehfeldes folgt, wobei eine außerordentlich gedrängte, robuste und für die Miniaturisierung geeignete Bauweise dadurch erreicht wird, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung relativ zum Stator stillstehend montiert ist und unmittelbar Merkmale des Rotors abtastet.

DE 198 09 769 A 1

DE 198 09 769 A 1

Die Erfindung betrifft einen kommutatorlosen, drehzahlsteuerbaren Synchronmotor, insbesondere für Modellfahrzeuge.

Motoren dieser Art weisen vornehmlich dann, wenn sie als Kleinmotoren oder Kleinstmotoren ausgebildet sind, einen Dauermagnetbestückten Rotor und einen mit einer mehrphasigen Wicklung versehenen Stator auf. Die Phasenwicklungen werden von einer dem betreffenden Motor zugeordneten Steuereinrichtung aus mit relativ zueinander phasenverschobenen Wechselströmen beaufschlagt, so daß in dem Stator ein resultierendes magnetisches Drehfeld erzeugt wird, dessen Drehzahl von der Frequenz der die Statorwicklungen beaufschlagenden Wechselströme abhängt. Das magnetische Drehfeld tritt mit dem von der Dauermagnetanordnung des Rotors erzeugten magnetischen Feld in Wechselwirkung, derart, daß der Rotor mit der der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes entsprechenden, synchronen Drehzahl umläuft.

Wird die Rotorwelle durch einen mechanischen Verbraucher belastet, so bleibt der Feldvektor des von der Dauermagnetanordnung des Rotors erzeugten magnetischen Feldes um den sogenannten Lastwinkel gegenüber dem Vektor des magnetischen Drehfeldes des Stators zurück. Dieser Lastwinkel muß kleiner als der Kippwinkel des Synchronmotors gehalten werden, bei welchem aufgrund der Belastung durch das Kippmoment der Synchronismus zwischen dem Vektor des magnetischen Drehfeldes und dem Vektor des Feldes der Dauermagnetanordnung des Rotors verloren geht.

Um nun bei drehzahlsteuerbaren Synchronmotoren zu vermeiden, daß die Steuereinrichtung etwa bei einer gewünschten Drehzahlerhöhung die Drehzahl des magnetischen Drehfeldes des Stators zu rasch ansteigen läßt und folglich der Vektor des Magnetfeldes des Rotors etwa aufgrund von Trägheitskräften in einem Antriebssystem um mehr als den Kippwinkel gegenüber dem Vektor des magnetischen Drehfeldes zurückbleibt, ist bei bekannten kommutatorlosen drehzahlsteuerbaren Synchronmotoren eine Rotorstellungs-Fühleranordnung vorgesehen, deren Stellungsmeldesignale die Steuereinrichtung derart beeinflussen, daß die Winkelstellung des Vektors des magnetischen Drehfeldes relativ zum Vektor des vom Rotor erzeugten Magnetfeldes unterhalb des Kippwinkels zwischen den Vektoren bleibt.

Bekannte Systeme dieser Art enthalten beispielsweise eine von der Rotorwelle angetriebene Lochscheibe zur Freigabe bzw. Unterbrechung des Strahlenganges zwischen einer relativ zum Stator fest montierten Lichtquelle und einer ebenfalls relativ zum Stator fest montierten Lichtdetektoreinrichtung, von der die Stellungsmeldesignale abgeleitet werden. Eine andere bekannte Möglichkeit besteht in der Ableitung von Stellungsmeldesignalen von auf den Vorbeilauf des vom Rotor erzeugten Magnetfeldes ansprechenden Hall-Detektoren.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, einen kommutatorlosen, drehzahlsteuerbaren Synchronmotor mit zugehörigen Steuereinrichtungen so auszubilden, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung zur Ableitung der Stellungsmeldesignale im wesentlichen ohne Veränderungen des Aufbaus des Synchronmotors auch bei dessen stark verkleinerten oder miniaturisierten Abmessungen vorgesehen werden kann. Die Ausgangssignale der Rotorstellungs-Fühleranordnung sollen von dem jeweiligen Betriebszustand des Stators im wesentlichen unabhängig sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung relativ zum Rotor

stillstehend montiert ist und unmittelbar Merkmale des Rotors abtastet. Vorzugsweise enthält die Rotorstellungs-Fühleranordnung mindestens eine Lichtschrankeneinrichtung, die eine nahe einer Rotorstirnfläche montierte Lichtquelle, insbesondere eine lichtemittierende Diode, und einen nahe der anderen Rotorstirnfläche montierten Lichtempfänger, insbesondere eine Photodiode, enthält, wobei der die Lichtschranke bildende Strahlweg von der Lichtquelle zum Lichtempfänger relativ zum Rotor in bestimmten Rotorstellungen axial durch Rotordurchbrüche oder Rotoraxialnuten verläuft. Eine derartige Ausbildung hat den Vorteil, daß solche axial verlaufende Rotordurchbrüche oder Rotornuten bei kleinen Synchronmotoren oder bei miniaturisierten Synchronmotoren der hier betrachteten Art ohnedies vorgesehen sind und somit den Aufbau einer sehr robusten und auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen, etwa bei Staubentwicklung, zuverlässig arbeitenden Lichtschrankeneinrichtung ermöglichen. Die Energiezuleitung für die lichtemittierende Diode von einem axialen Rotorende her und die Signalableitung von dem anderen axialen Rotorende führt zu einem übersichtlichen Leitungsverlauf, wobei die Lichtquelle auf einer zur Rotorwelle koaxialen, festen Träger-Ringscheibe, und der Lichtempfänger auf einer zweiten, zur Rotorwelle koaxialen, festen Träger-Ringscheibe montiert werden können.

Im übrigen bilden vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sowie Abwandlungen Gegenstand der dem anliegenden Anspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, auf deren Inhalt hierdurch ausdrücklich hingewiesen wird, ohne an dieser Stelle den Wortlaut zu wiederholen.

Nachfolgend werden einige Ausführungsformen anhand der Zeichnung näher erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische, teilweise perspektivisch und im Schnitt gezeichnete Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Synchronmotors der hier betrachteten Art,

Fig. 2 eine schematische, teilweise perspektivisch und im Schnitt gezeichnete Ansicht einer gegenüber Fig. 1 abgewandelten Ausführungsform,

Fig. 3 eine ausschnittsweise, schematische Aufsicht auf einen Teil eines Synchronmotors gemäß Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische, teilweise perspektivisch und im Schnitt gezeichnete Ansicht einer wiederum anderen Ausführungsform eines Synchronmotors der hier angegebenen Art und

Fig. 5 ein schematisches Schaltbild eines Synchronmotors der vorliegend angegebenen Art mit zugehörigen Steuereinrichtungen und Signalerzeugungseinrichtungen.

Der Synchronmotor nach Fig. 1 enthält einen auf einer Welle 1 befestigten Rotor 2, an welchem zwischen axialen Kanälen oder Nuten 3 gelegene Pole 4 ausgebildet sind. Diese Pole bieten an der Rotorumfangsfläche abwechselnd einen magnetischen Nordpol und einen magnetischen Südpol dar. Die Magnetisierung des Rotors 2 wird entweder durch in den Rotor eingebaute Dauermagnetstücke oder durch eine entsprechende selektive Magnetisierung eines einstückigen Rotorkörpers erzeugt. Diese beiden Möglichkeiten der Rotormagnetisierung werden durch den in der Beschreibung und den Ansprüchen verwendeten Ausdruck einer Dauermagnetbestückung erfaßt.

Die Rotorwelle 1 ist an in der Zeichnung nicht gezeigten, an einem ebenfalls nicht dargestellten Gehäuse des Synchronmotors abgestützten Lagern, beispielsweise Kugellagern, gelagert. Der Rotor 2 ist von einem mit einer mehrphasigen Statorwicklung versehenen Stator 5 umgeben, welcher in dem Motorgehäuse befestigt ist, wobei Einzelheiten der Statorwicklung und ihrer Anordnung in dem Stator 5, weil dem Fachmann geläufig zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen sind.

Nahe der mit Bezug auf die dargestellte Lage gemäß Fig. 1 rechts liegenden Rotorstirnseite befindet sich, dieser gegenüberstehend, eine relativ zu dem Stator 5 feststehend montierte Träger-Ringscheibe 6, welche beispielsweise an der Innenseite des Motorgehäuses befestigt sein kann. Diese Träger-Ringscheibe 6 weist auf ihrer der benachbarten Rotorstirnseite zugekehrten Fläche zwei lichtemittierende Dioden 7 und 8 auf, welche mit elektrischen Anschlußleitungen 9 bzw. 10 verbunden sind und bei Speisung mit elektrischer Energie Lichtstrahlen 11 bzw. 12 in einer Richtung parallel zur Achse der Rotorwelle 1 auf Lichtempfänger 13 bzw. 14 hin auszusenden vermögen.

Die Lichtempfänger 13 und 14 sind ganz ähnlich wie die lichtemittierenden Dioden 7 und 8 auf der der benachbarten linken Rotorstirnseite gegenüberstehenden Ringfläche einer Träger-Ringscheibe 15 befestigt, die wiederum relativ zum Rotor 5 feststehend etwa auf der entsprechenden Innenseite des Motorgehäuses montiert ist. Die Lichtempfänger 13 und 14 geben über Signalleitungen 16 bzw. 17 jedesmal dann ein Stellungsmeldesignal ab, wenn eine der Nuten oder Rillen 3 des Rotors 2 mit der Verbindungslinie zwischen der lichtemittierenden Diode 7 und dem Lichtempfänger 13 bzw. der lichtemittierenden Diode 8 und dem Lichtempfänger 14 fluchtet, einer der Lichtstrahlen 11 oder 12 also den zugeordneten Lichtempfänger 13 bzw. 14 erreichen kann. Die von den Photozellen oder Photodioden 13 und 14 erzeugten Stellungsmeldesignale gelangen über die Leitungen 16 bzw. 17 zu einer Verknüpfungsschaltung 18, welche mit einer Steuereinrichtung 19 gekoppelt ist. Diese hat die Aufgabe, aus der durch ein Netz 20 bereitgestellten Speisespannung relativ zueinander phasenverschobene Phasenspannungen einer der jeweils gewünschten Drehzahl des Rotors 2 entsprechenden Frequenz auf den Phasenleitungen 21 bereitzustellen, um die Phasenwicklungen des Stators 5 so zu beaufschlagen, daß das mit dem Rotor 2 zusammenwirkende magnetische Drehfeld erzeugt wird. Auf das Zusammenwirken der Verknüpfungsschaltung 18 und der Steuereinrichtung 19 sei weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 5 näher eingegangen. Es genügt hier die Feststellung, daß entweder über das Netz 20 oder in der Steuereinrichtung 19 Steuersignale in Gestalt von Umschaltbefehlsimpulsen bereitgestellt werden, welche die Frequenz der Phasenspannungen auf den Phasenleitungen 21 bestimmen. Diese Umschaltbefehlsimpulse können aber aufgrund entsprechender Ausbildung der Verknüpfungsschaltung 18 und der Steuereinrichtung 19 nur dann wirksam werden, wenn das Auftreten eines Stellungsmeldesignales auf der Leitung 16 und/oder auf der Leitung 17 anzeigt, daß der Rotor mit seiner Drehung der durch die Umschaltbefehlsimpulse bestimmten Änderung der Drehzahl des Vektors des magnetischen Drehfeldes folgt.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß in Abwandlung gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform auch nur eine einzige, mit den Axialrillen oder -nuten des Rotors 2 zusammenwirkende Lichtschranke vorgesehen sein kann, wobei der Lichtempfänger, beispielsweise die Photodiode 13, die Freigabe der Lichtschranke durch eine Rille 3 des Rotors 2 durch einen Impulsanstieg und die darauffolgende Verlegung der Lichtschranke durch ein Polstück 4 mit einem Impulsabfall signalisiert. Die zeitlichen Impulsbreiten solcher Stellungsmeldesignale sind von der Rotordrehzahl abhängig. Von der ansteigenden und von der abfallenden Impulsflanke können jeweils ein Auslöseimpuls bzw. ein Begrenzungsimpuls für ein zeitliches Meßintervall abgeleitet werden, innerhalb dessen ein Umschaltbefehlsimpuls eintreffen muß, um berücksichtigt zu werden und um eine Weiterschaltung der Statorwicklungen im Sinne eines Weiterdrehens des Vektors des magnetischen Drehfeldes herbeiführen zu können.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 kann der Auslöseimpuls zum Inlaufsetzen des vorerwähnten Zeitintervalles durch die eine und der Begrenzungsimpuls zur Beendigung des erwähnten Zeitintervalls durch die andere der beiden Lichtschranken erzeugt werden.

Die Anordnung von beispielsweise zwei relativ zur Rotorachse in Umfangsrichtung versetzten Lichtschrankeneinrichtungen kann beim Zusammenschalten der Ausgangssignalleitungen für die Stellungsmeldesignale auch dazu dienen, trotz eines vergleichsweise großen umfangmäßigen Abstandes der Axialnuten oder -rillen 3 des Rotors 2 eine dichte Folge von Stellungsmeldesignalen zu erzeugen, derart, daß die Impulspausen zwischen den Ausgangssignalen der Lichtempfänger kürzer sind als die Zeit für die Weiterdrehung des Rotors 2 um den umfangmäßigen Abstand zwischen zwei Rillen oder Nuten 3. Hierdurch erhält man eine empfindlichere Überwachung des Synchronismus zwischen magnetischem Drehfeld und Rotor.

Die Ausführungsform nach Fig. 2, in der entsprechende Teile wie in Fig. 1 auch mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, enthält nur nahe einer Rotorstirnfläche eine Träger-Ringscheibe 15, die relativ zum Stator 5 in einer zur Rotorwelle 1 koaxialen Lage der Rotorstirnfläche in axialem Abstand gegenüberstehend festmontiert ist. An dieser Träger-Ringscheibe 15 sind auf der der benachbarten Rotorstirnfläche zugewandten Seite relativ zur Rotorachse in Umfangsrichtung versetzt sowohl lichtemittierende Dioden 22 und 23, als auch jeweils in Umfangsrichtung unmittelbar neben diesen, Lichtempfänger in Gestalt von Photozellen 24 bzw. 25 befestigt.

Die der Träger-Ringscheibe 15 zugewandte Rotorstirnseite ist mit einem ringförmigen Muster abwechselnd reflektierender und nicht-reflektierender Bereiche 26 bzw. 27 versehen, die beispielsweise durch einen bedruckten, selbstklebenden Metallfolienring gebildet sein können. Von den lichtemittierenden Dioden 22 und 23 ausgehende Lichtstrahlen treffen auf die reflektierenden Bereiche 26 oder die nicht-reflektierenden Bereiche 27 des Musterringes und werden, falls reflektiert, zu den Photozellen 24 und 25 abgelenkt, um diese zur Abgabe von Stellungsmeldesignalen auf den Leitungen 16 und 17 zu veranlassen. Fig. 3 zeigt ausschnittsweise und mehr im einzelnen eine mögliche Ausbildung eines die lichtemittierende Diode 22 und die Photozelle 24 tragenden Blockes 28, der an der Träger-Ringscheibe 15 befestigt ist und mit einem keilförmigen Ansatz 29 versehen ist, der die Aufgabe hat, einen unmittelbaren Lichtübertritt von der lichtemittierenden Diode 22 zu der Photozelle 24 zu verhindern, derart, daß nur dann das Licht der lichtemittierenden Diode 22 auf die Photozelle 24 trifft, wenn ein reflektierender Bereich der Stirnseite des Rotors 2 an der Rotorstellungs-Fühleranordnung vorbeiläuft.

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform kann auch dann verwendet werden, wenn der Rotor 2 in einer bestimmten Ausbildung keine axialen Durchbrüche oder Rillen 3 hat. Es sei allerdings erwähnt, daß die Ausführungsform nach Fig. 1 sich durch besondere Robustheit und Übersichtlichkeit der Signalleitungsführung auszeichnet und auch etwa in staubbelasteter Umgebung störungsfrei arbeitet.

In den Fig. 1 und 2 sind zur Befestigung der Träger-Ringscheiben 6 und 15 zu den Stator 5 geführte Haltewinkel angedeutet, die jedoch, wie für den Fachmann ohne weiteres ersichtlich, hier nur die feste relative Verbindung zum Stator 5 symbolisieren sollen. Praktisch sind die Halterungen für die Rotorstellungs-Fühleranordnungen mit ihren Lichtquellen in Gestalt von lichtemittierenden Dioden und ihren Lichtempfängern in Gestalt von Photodioden oder Photozellen vorzugsweise an einem Motorgehäuse auf dessen Innenseite der jeweiligen Rotorstirnfläche gegenüberstehend be-

festigt. Dabei können die vorstehend erwähnten Träger-Ringscheiben auch einstückig an die Innenseite des Motorgehäuses angeformt und auch Bestandteil der jeweiligen Lagerkonstruktion für die Rotorwelle 1 sein. Diesbezügliche Einzelheiten bedürfen hier keiner detaillierten Beschreibung.

Bedeutsam ist aber, daß die Abtastung unmittelbarer Merkmale des Rotors oder in höchst einfacher Weise geschaffener Merkmale des Rotors, wie in Fig. 2 angedeutet, jeweils an einer Rotorstirnseite oder beiden Rotorstirnseiten die Möglichkeit gibt, die Rotorstellungs-Fühleranordnung ohne Veränderung der Motorkonstruktion im übrigen in einem hohlzylindrischen Raum unterzubringen, der innerhalb der über das Statorblechpaket vorstehenden Wickelköpfe der Statorwicklung liegt und die Rotorachse 1 koaxial umgibt. Eine derartige Konstruktion ermöglicht ohne wesentliche Änderung des Grundkonzepts eine geschützte Unterbringung der Rotorstellungs-Fühleranordnung, wobei die gesamte Rotorkonstruktion einer Miniaturisierung zugänglich bleibt.

Gemäß Fig. 4 kann eine Rotorstellungs-Fühleranordnung bei einem Synchronmotor der hier betrachteten Art anstelle von Lichtschrankeneinrichtungen mit geradem oder geknicktem Strahlengang auch einen induktiven oder kapazitiven Stellungsdetektor oder Näherungsfühler aufweisen. Solche Ausführungsformen sind jedoch weniger bevorzugt, da die Ausgangssignale in manchen Fällen von dem jeweiligen Motorbetriebszustand abhängig sind, der die elektrische und/oder magnetische Umgebung des jeweiligen Stellungsfühlers beeinflussen kann.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4, in der wiederum entsprechende Teile wie bei den zuvor betrachteten Ausführungsformen auch mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, ist der mit Bezug auf die Lage nach Fig. 4 links liegenden Rotorstirnfläche gegenüberstehend eine kleine Detektorspule 30 in einer Radialebene relativ zur Achse der Rotorwelle 1 feststehend mit Bezug auf den Stator 5 gehalten. Der Rotor 2 des Synchronmotors nach Fig. 4 ist mit Dauermagnetleisten bestückt, welche zur Rotorumfangsfläche hin abwechselnd einen Nordpol und einen Südpol darbieten, wie in der Zeichnung angedeutet ist. An den Rotorstirnseiten treten von den Dauermagnetleisten Streufelder aus. Diese Streufelder induzieren beim Vorbeilauf an der Detektorspule 30 eine elektromotorische Kraft, von der ein auf der Leitung 16 dargebotenes Stellungsmeldesignal abgeleitet wird.

Anstelle der in Fig. 4 gezeigten Detektierung des Vorbeilaufs von Streufeldern der Rotorpole kann auch die Detektierung von stirnseitigen Rotorvorsprüngen mittels eines kapazitiven Näherungsfühlers zur Ableitung von Stellungsmeldesignalen vorgesehen sein. Solche stirnseitigen Rotorvorsprünge können Merkmale bestimmter Rotoren sein oder können künstlich, etwa durch Aufkleben einer mit einem Höckerkranz versehenen Scheibe erzeugt werden.

In Fig. 5 ist ein Synchronmotor mit seinen zugehörigen Steuermitteln in einem schematischen Schaltbild dargestellt. Der Stator 5 mit seinen Phasenwicklungen ist über die Phasenleitungen 21 an die Steuereinrichtung 19 angeschlossen. Die Steuereinrichtung 19 bezieht elektrische Leistung, beispielsweise in Gestalt einer elektrischen Gleichspannung, über das Netz 20 von einer Spannungsquelle und Steuersignalquelle 31. Diese kann so ausgebildet sein, daß an ihr beispielsweise eine bestimmte Drehzahl des Rotors 2 des Synchronmotors an einem Steuerknopf 32 eingestellt werden kann. Diese Drehzahleinstellung am Orte der Spannungsquelle und Signalquelle 31 wird dort in eine kodierte Signalinformation umgeformt und gelangt zusammen mit der Speisespannung über das Netz 20 zu der Steuereinrich-

tung 19.

In der Steuereinrichtung 19 wird die kodierte Information über die Drehzahleinstellung an dem Steuerknopf 32 von dem Netz 20 ausgekoppelt und dekodiert und dient nun zur Steuerung des Betriebes eines in der Steuereinrichtung 19 vorgesehenen, insbesondere elektronischen Umrichters, der aus der Speisespannung des Netzes 20 phasenverschobene Wechselspannungen zur Ausgabe auf den Phasenleitungen 21 bildet, wobei die Frequenz dieser Wechselspannungen unter der Steuerung durch die dekodierte Drehzahleinstellungsinformation so gewählt wird, daß die Drehzahl des Vektors des magnetischen Drehfeldes des Rotors 5 dieser Drehzahleinstellung entspricht.

Nimmt die Bedienungsperson an dem Einstellknopf 32 die Einstellung einer schließlich gewünschten Enddrehzahl allmählich vor, so verändert sich die kodierte Information, die in der Steuereinrichtung 19 von dem Netz 20 ausgekoppelt wird, entsprechend allmählich und die Drehzahl des magnetischen Vektors des Drehfeldes des Stators 5 ändert sich wiederum entsprechend so allmählich, daß der Rotor diesem Drehfeld folgen kann.

Wird aber von der Bedienungsperson 32 die Einstellung einer bestimmten gewünschten Enddrehzahl des Rotors 2 abrupt vorgenommen, so muß in der Spannungsquelle und Steuersignalquelle 31 dafür Sorge getragen sein, daß gleichwohl die kodierte Drehzahleinstellungsinformation auf dem Netz 20 von einem Ausgangswert allmählich zu einem der vorgenommenen Einstellung entsprechenden Endwert verändert wird, damit der Rotor 2 nicht aus dem Synchronismus mit dem magnetischen Drehfeld des Stators 5 fällt.

Unabhängig davon, ob eine allmähliche Änderung der kodierten Drehzahleinstellungsinformation von dem Benutzer am Einstellknopf 32 oder durch eine besondere Steuersignaleinrichtung etwa nach Art eines Fahrstufenreglers, vorgenommen wird, so steht jedenfalls in der Steuereinrichtung eine Soll-Wechselspannung zur Verfügung, welche einen gewünschten zeitlichen Verlauf der Drehzahl des Rotors 2 entspricht. Dieser Verlauf ist im allgemeinen durchaus stetig und kann durch eine Folge von Soll-Umschaltbefehlsimpulsen dargestellt werden, welche auf einer Leitung 33 von der Steuereinrichtung 19 abgegeben werden. Die Soll-Umschaltbefehlsimpulse bestimmen also die Zeitpunkte, zu denen die Phasenspannungen von Phasenwicklung zu Phasenwicklung weitergeschaltet werden sollen, um die gewählte Drehzahl des magnetischen Drehfeldes zu verwirklichen bzw. den gewünschten Verlauf der Drehzahl des magnetischen Drehfeldes hin zu der eingestellten Drehzahl zu ermöglichen.

Geringe kurzzeitige Veränderungen des Belastungsdrehmomentes des Rotors, etwa kurzzeitige Veränderungen des Fahrwiderstandes in einer Modelleisenbahnanlage, veränderliche Anfahrwiderstände je nach Anhängelast, das Ansprechen von Kupplungen und dergleichen können bewirken, daß der Rotor dann, wenn zu einem bestimmten Zeitpunkt das magnetische Drehfeld des Stators relativ zum Rotor weitergedreht würde, der Synchronismus zu dem magnetischen Statorfeld verloren ginge, der Synchronmotor also kippen würde, obwohl er im nächsten Augenblick schon wieder einem geringeren Belastungsmoment ausgesetzt wäre und der Kippzustand dann vermieden würde.

Zur Vermeidung des Verlustes des Synchronismus aufgrund vorübergehender Belastungsmomentenschwankungen werden die Soll-Umschaltbefehlsimpulse der Leitung 33 nicht unmittelbar dem in der Steuereinrichtung 19 vorgesehenen Umrichter zugeführt, sondern erreichen die Steuereinrichtung 19 über eine Verknüpfungsschaltung 34, welche als weitere Eingangssignale das Stellungsmeldesignal von einer Rotorstellungs-Fühleranordnung, etwa der Licht-

schränkeneinrichtung 7, 13, sowie die Ausgangsimpulse eines Minimaltaktgenerators 35 erhält, der parallel zu dem Stellungsmeldesignal der Rotorstellungs-Fühleranordnung einer angenommenen Minimaldrehzahl des Rotors entsprechende Schein-Stellungsmeldesignale an die Verknüpfungsschaltung 34 liefert, welche die Weiterschaltung der Strombeaufschlagung der Wicklungen des Stators 5 durch einen Soll-Umschaltbefehlsimpuls auch dann zulassen, wenn zuvor noch kein Stellungsmeldesignal von der Rotorstellungs-Fühleranordnung über die Leitung 16 zugeführt wurde. Hierdurch wird vermieden, daß der Anlauf aus einer ungünstigen Motorstillstandposition erschwert wird.

Patentansprüche

1. Kommutatorloser, drehzahlsteuerbarer Synchronmotor, insbesondere für Modellfahrzeuge mit einem dauermagnetbestückten Rotor (2), mit einem ein mit dem Rotor (2) zusammenwirkendes magnetisches Drehfeld erzeugenden Stator (5), mit einer Steuereinrichtung (19) zur Steuerung der Strombeaufschlagung der Statorwicklung zwecks Einstellung einer veränderbaren Drehzahl des magnetischen Drehfeldes, sowie mit einer Rotorstellungs-Fühleranordnung (3, 7, 13, 16; 8, 14, 17 bzw. 22, 24, 23, 25 bzw. 30), deren Stellungsmeldesignale die Steuereinrichtung derart beeinflussen, daß die Winkelstellung des Vektors des magnetischen Drehfeldes relativ zum Vektor des vom Rotor erzeugten Magnetfeldes mindestens unterhalb des Kippwinkels zwischen den genannten Vektoren bleibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung relativ zum Stator stillstehend montiert ist und unmittelbar Merkmale des Rotors abtastet.
2. Synchronmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung mindestens eine Lichtschränkeneinrichtung (7, 11, 13, 16; 8, 12, 14, 17) enthält, die eine nahe einer Rotorstirnfläche montierte Lichtquelle (7, 8), insbesondere eine lichtemittierende Diode, und einen nahe der anderen Rotorstirnfläche montierten Lichtempfänger (13, 14), insbesondere eine Photodiode, enthält, wobei der die Lichtschränke bildende Strahlweg (11, 12) von der Lichtquelle zum Lichtempfänger relativ zum Rotor in bestimmten Rotorstellungen axial durch Rotordurchbrüche oder Rotoraxialnuten (3) verläuft.
3. Synchronmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, relativ zur Rotorachse in Umfangsrichtung versetzte Lichtschränkeneinrichtungen (7, 11, 13, 16; 8, 12, 14, 17) zur Erzeugung von Stellungsmeldesignalen entsprechend feinerer Winkelauflösung vorgesehen sind.
4. Synchronmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung nahe einer Rotorstirnfläche montiert eine Lichtquelle (22, 23), insbesondere eine lichtemittierende Diode und daneben relativ zur Rotorachse in Umfangsrichtung versetzt, einen Lichtempfänger (24, 25), insbesondere eine Photodiode, enthält, wobei der Strahlengang von der Lichtquelle zum Lichtempfänger in bestimmten Rotorstellungen über reflektierende Bereiche eines an der betreffenden Rotorstirnfläche vorgesehenen Reflexionsmusters (26, 27) führt.
5. Synchronmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorstellungs-Fühleranordnung eine nahe einer Rotorstirnfläche etwa in einer Radialebene zur Rotorachse exzentrisch zu dieser montierte Detektorspule (30) enthält, in welcher abhängig vom Vorbeilauf eines stirnseitigen Streufeldes eines Rotorpols ein

Stellungsmeldesignal induziert wird, oder einen nahe einer Rotorstirnfläche montierten Näherungsfühler enthält, der abhängig vom Vorbeilauf rotorstirnseitiger Erhebungen ein Stellungsmeldesignal abgibt.

6. Synchronmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuereinrichtung (19) entsprechend einem gewünschten zeitlichen Verlauf der Rotordrehzahl abhängig vom zeitlichen Verlauf der Speise-Wechselspannungen für die Statorwicklung oder von diese Speise-Wechselspannungen bestimmenden Steuersignalen Soll-Umschaltbefehlsimpulse ableitbar sind, welche mit den Stellungsmeldesignalen in einer Verknüpfungsschaltung (34) derart verknüpft sind, daß die Weiterschaltung der Strombeaufschlagung der Statorwicklung zwecks Weiterdrehung des Vektors des magnetischen Drehfeldes durch einen Soll-Umschaltbefehlsimpuls erst dann erfolgt, wenn auch ein Stellungsmeldesignal aufgetreten ist.

7. Synchronmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verknüpfungsschaltung (34) parallel zu dem Stellungsmeldesignal der Rotorstellungs-Fühleranordnung auch einer angenommenen Minimaldrehzahl des Rotors (2) entsprechende Schein-Stellungsmeldesignale zugeführt werden, welche die Weiterschaltung der Strombeaufschlagung der Statorwicklung durch einen Soll-Umschaltbefehlsimpuls auch dann auslösen, wenn zuvor noch kein Stellungsmeldesignal aufgetreten ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

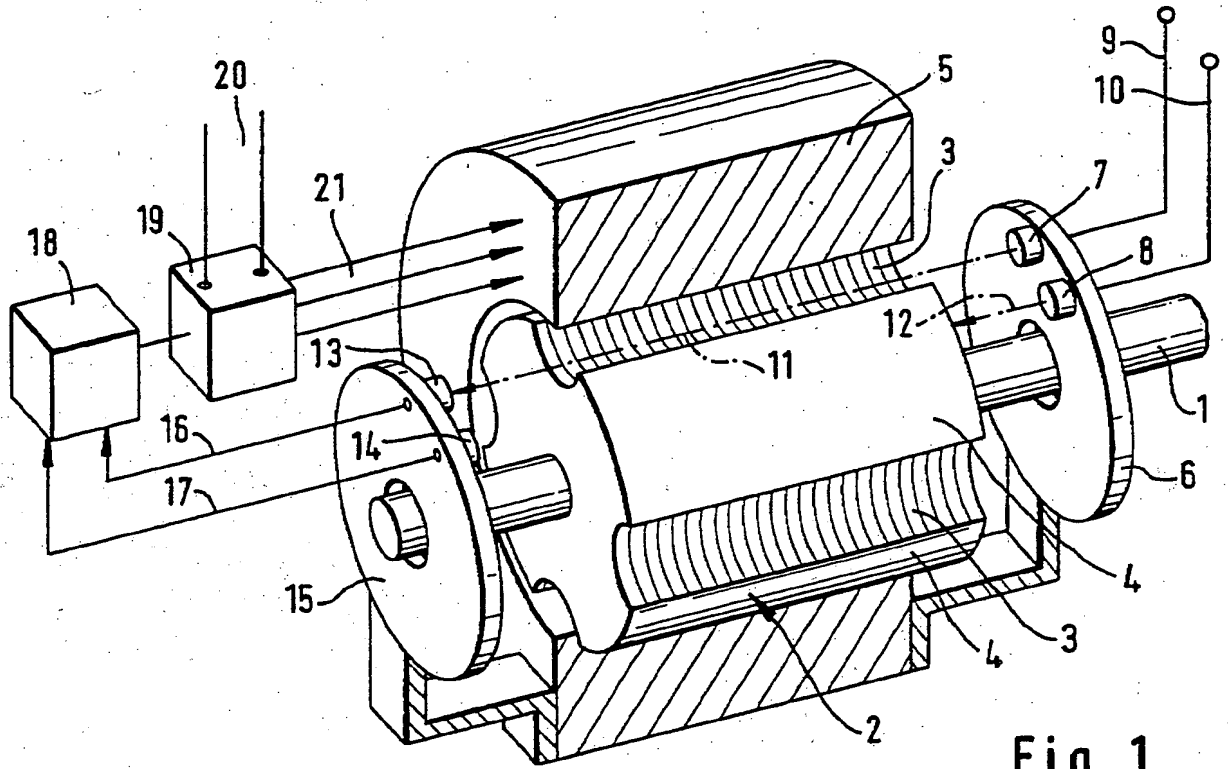


Fig. 1

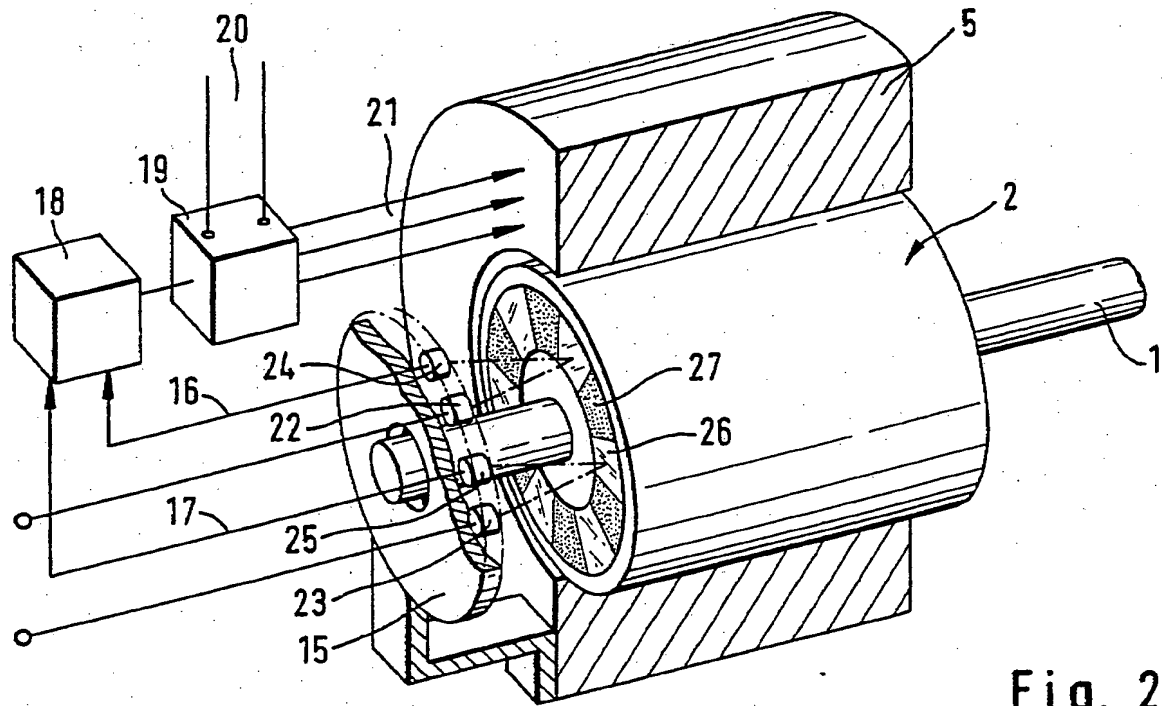


Fig. 2

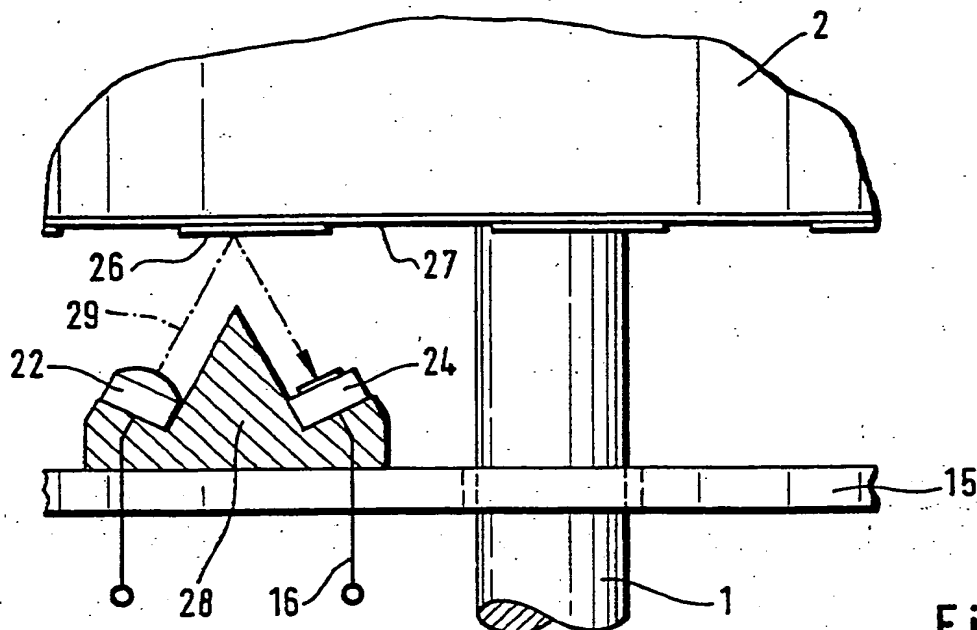


Fig. 3

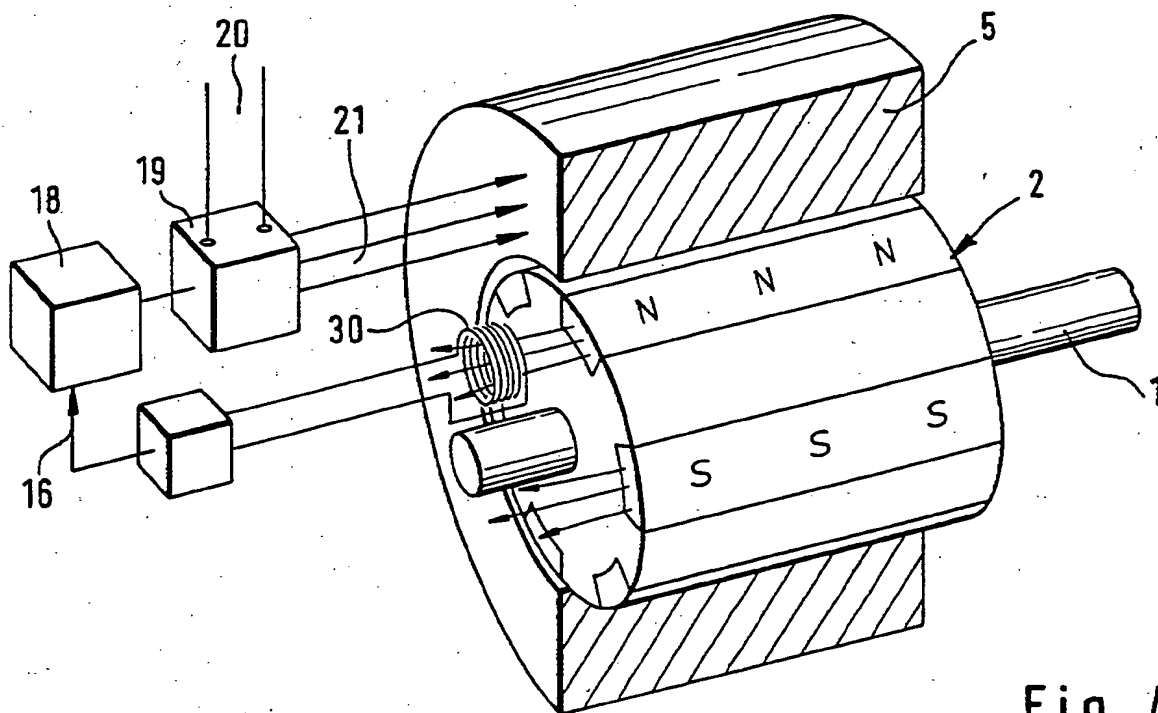


Fig. 4

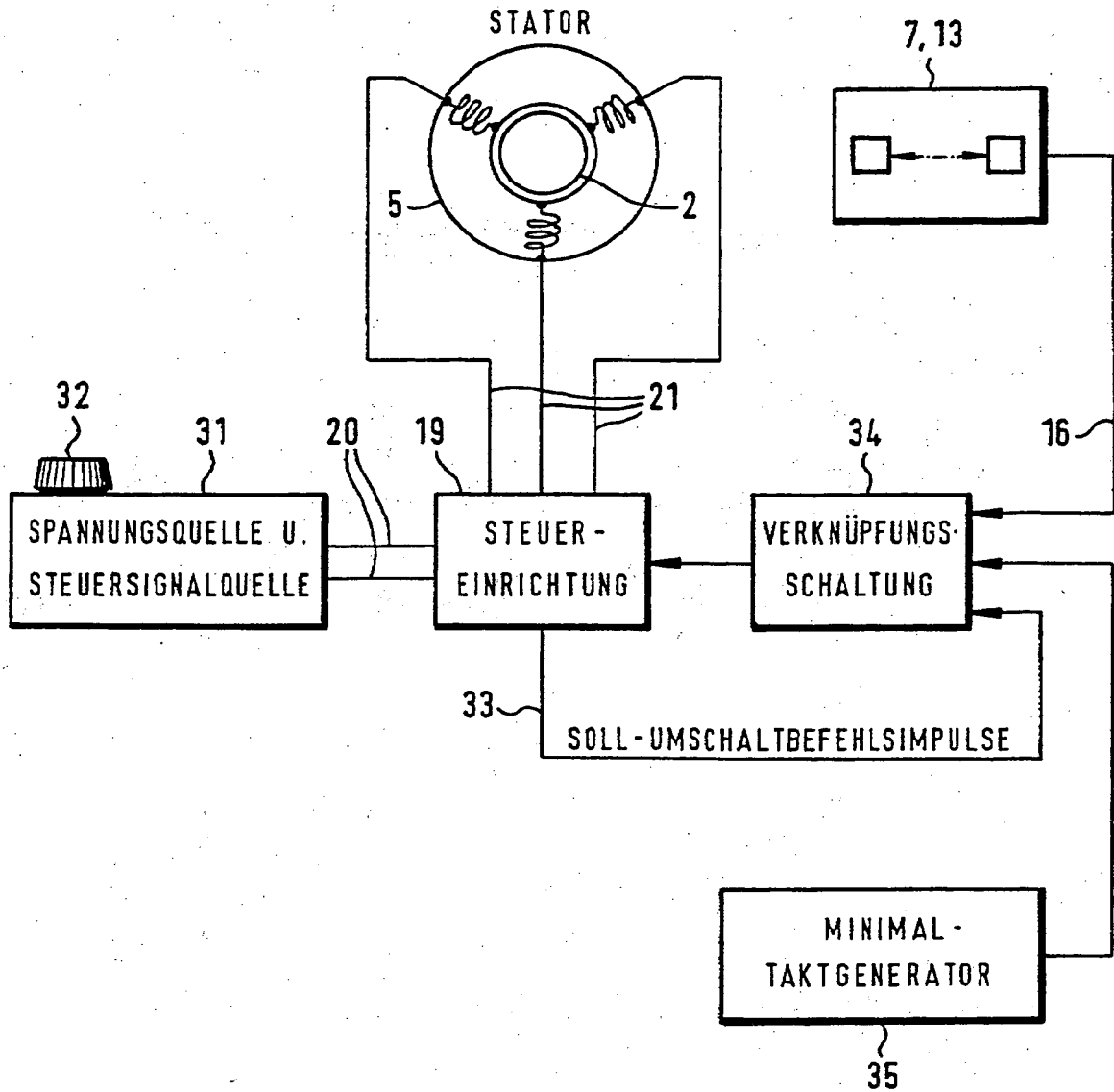


Fig. 5

Patent Number: DE19809769
Publication date: 1999-09-09
Inventor(s): HAASS ADOLF (DE)
Applicant(s): DOEHLER & HAASS (DE)
Requested Patent: DE19809769
Application Number: DE19981009769 19980306
Priority Number(s): DE19981009769 19980306
IPC Classification: H02K29/06; H02K29/10; H02K29/12; A63H19/10
EC Classification: H02K29/10
Equivalents:

The electric motor has a permanent magnet rotor (2) and a cooperating stator (5) generating a rotating magnetic field, the current fed to the stator windings controlled in dependence on the required motor revs and the detected rotor position, provided by a rotor position sensor (3,7,13,16 ; 8,14,17), e.g. using at least one light barrier, which is stationary relative to the stator.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

TEL. (07) 693-1100
COMMUNICATIONS SECTION
CAMP BUCHANAN

DOCKET NO: DSC-AP-0201

SERIAL NO: _____

APPLICANT: Martin Weinmann

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100